

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 07 December 1999 (07.12.99)	
International application No. PCT/DE99/00834	Applicant's or agent's file reference 1123-PCT
International filing date (day/month/year) 23 March 1999 (23.03.99)	Priority date (day/month/year) 23 April 1998 (23.04.98)
Applicant KIESSLING, Bernd et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
22 November 1999 (22.11.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
\_\_\_\_\_

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Kiwa Mpay Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

09673986

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

2877

Translation

2

Applicant's or agent's file reference 1121-PCT	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE99/00834	International filing date (day/month/year) 23 March 1999 (23.03.99)	Priority date (day/month/year) 23 April 1998 (23.04.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01B 11/06		
Applicant VMA GESELLSCHAFT FÜR VISUELLE MESSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG MBH		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>12</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

TC 2  
FEB - 5 2001  
RECEIVED

Date of submission of the demand 22 November 1999 (22.11.99)	Date of completion of this report 24 May 2000 (24.05.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP  Facsimile No.	Authorized officer  Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE99/00834

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages \_\_\_\_\_, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages 1-9, filed with the letter of 28 April 2000 (28.04.2000),  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. 1-5, filed with the letter of 28 April 2000 (28.04.2000),  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/1, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 99/00834

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-5	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-5	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-5	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

Cited documents

D1: DE-A-41 43 186

D2: US-A-5 636 027

D3: Patent Abstracts of Japan, Vol. 007, No. 096 (P-193),  
22 April 1983 (1983-04-22) & JP-A-58 022 902

D4: DE-A-37 24 932

1. The application relates to a method (Claim 1) and a device (Claim 2) for the contactless measurement of the thickness of transparent materials.

Methods of this type are known from several of the documents acknowledged in the application. Such methods use a laser beam directed at the measured object at a certain angle of incidence.

The problem inherent in the prior art is that the measurement is only usable if the surface of the object is smooth. The aim of the invention is to provide a method and a device that overcome this drawback. The solution involves transmitting light bundles from two luminous areas in different directions and focussing them on the measured object so as to create reflection

images which are used to calculate the wall thickness.

Such a solution is neither known from nor suggested by the documents cited in the search report. In D1 and D2, laser beams are directed at the object. In D3, the laser beam is deformed into a line by a cylindrical lens but is not focussed on the object. In D4, a laser beam is expanded and focussed on the measured object in order to produce interference which is analysed as a measure of the thickness.

Claims 1 and 2 therefore meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

2. Claims 3-5 are dependent on Claim 2 and therefore also meet the PCT requirements of novelty and inventive step.

37

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 26 MAY 2000

WIPO

PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1121-PCT	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/00834	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 23/03/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 23/04/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01B11/06		
Anmelder VMA GESELLSCHAFT FÜR VISUELLE MESSTECHNIK UND AUTO		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
Diese Anlagen umfassen insgesamt 12 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  22/11/1999	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  24.05.2000
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Stobbe laar, M  Tel. Nr. +49 89 2399 2827  

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/00834

## I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

### Beschreibung, Seiten:

1-9                      eingegangen am                      03/05/2000    mit Schreiben vom    28/04/2000

### Patentansprüche, Nr.:

1-5                      eingegangen am                      03/05/2000    mit Schreiben vom    28/04/2000

### Zeichnungen, Blätter:

1/1                      ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,              Seiten:
- ☐ Ansprüche,                Nr.:
- ☐ Zeichnungen,             Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-5
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Anspruch	1-5
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-5
	Nein: Anspruch	

2. Unterlagen und Erklärungen

**siehe Beiblatt**



**Zitierte Dokumente**

D1: DE 41 43 186 A

D2: US-A-5 636 027

D3: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 096 (P-193), 22. April 1983  
(1983-04-22) & JP 58 022902 A

D4: DE 37 24 932 A

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der  
erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und  
Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Die Anmeldung betrifft ein Verfahren (Anspruch 1) sowie eine Vorrichtung (Anspruch 2) für die berührungslose Messung der Dicke von transparenten Materialien.

Ein derartiges Verfahren ist aus verschiedenen in der Anmeldung gewürdigten Dokumenten bekannt. Dabei wird ein Laserstrahl verwendet, der unter einem gewissen Einfallswinkel auf das Meßobjekt gerichtet wird.

Das Problem im Stand der Technik ist, daß die Messung nicht brauchbar ist, wenn die Oberfläche des Objektes nicht glatt ist. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zu schaffen um diesen Nachteil zu überwinden. Dies wird dadurch gelöst, daß mittels zwei Leuchtfläche Lichtbündel in unterschiedlichen Richtungen gesendet werden und auf das Meßobjekt fokussiert werden zur Erzeugung von Reflexbilder, die zur Auswertung der Wanddicke herangezogen werden.

So eine Lösung ist aus den in der Beschreibung gewürdigten den im Recherchenbericht zitierten Dokumenten weder bekannt noch wird sie durch sie nahegelegt: In D1 und D2 werden Laserstrahlen auf den Objekt gerichtet. In D3 wird zwar der Laserstrahl mittels einer Zylinderlinse zu einer Linie verformt, aber nicht auf das Objekt fokussiert. In D4 wird ein Laserstrahl aufgeweitet und auf das

Meßobjekt fokussiert zur Erzeugung von Interferenzen, die ausgewertet werden als Maß der Dicke.

Damit erfüllen die Ansprüche 1 und 2 die in Artikel 33 (2) und 33 (3) PCT genannten Kriterien.

2. Die Ansprüche 3-5 sind vom Anspruch 2 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

5

Verfahren und Vorrichtung zur berührungslosen Messung der Wanddicke

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung für die berührungslose Messung der Dicke von transparenten Materialien. Sie ist besonders für die Wanddickenmessung von Behälterglas geeignet.

15

Es sind bereits Verfahren und Vorrichtungen für die automatische berührungslose Wanddickenmessung bekannt. (DD 261 832, EP 584 673, US 4 902 903, US 3 807 870). Diese Vorrichtungen verwenden einen Laserstrahl, der unter einem gewissen Einfallswinkel auf das Meßobjekt gerichtet wird.

20

Der Laserstrahl wird auf der Vorderseite des Meßobjekts teilweise reflektiert. Ein weiterer Teil des Strahls wird in das Material hineingebrochen, an der Rückseite reflektiert und an der Vorderseite nochmals gebrochen, so daß zwei Laserstrahlen von dem Meßobjekt zurückreflektiert werden. Der Abstand der beiden zurückreflektierten Laserstrahlen ist ein Maß für die Wanddicke und wird entsprechend ausgewertet. In Strahlrichtung der Reflexe ist als Auswerteeinrichtung meist ein Zeilensensor angeordnet.

25

30

Nachteilig an diesen Vorrichtungen ist, daß sie für die Messung an Behälterglas nicht verwendet werden können. Die Oberfläche von Behälterglas ist, gemessen an den Dimensionen des Laserstrahls, nicht glatt. Der scharf gebündelte, parallele Laserstrahl wird an der, verglichen mit den Abmessungen des Laserstrahls verhältnismäßig unebenen, narbigen Oberfläche der Behälter stochastisch abgelenkt. Die Reflexe des Laserstrahls, die an sich für die Bestimmung der

03-05-00

- 2 -

Wanddicke verwendet werden sollen, werden damit häufig nicht in die Richtung der Empfangsoptik zurückreflektiert. Damit stehen meist keine Reflexe für die Meßwertbildung in den Kontrollern zur Verfügung. Nachteilig an diesen bekannten Vorrichtungen ist weiterhin, daß der Wanddickenmeßwert stark durch die Nichtparallelität der Wandung des Meßobjektes beeinflusst wird. Die beiden reflektierten Laserstrahlen verlaufen nur dann parallel, wenn die reflektierenden Oberflächen des Meßobjekts parallel sind. Schließen diese einen Keilwinkel ein, divergieren oder konvergieren die beiden reflektierten Strahlen, wodurch der Meßwert soweit verfälscht werden kann, daß er unbrauchbar ist.

Ein weiterer Fehlereinfluß geht von der Verkipfung zwischen der Meßeinrichtung und dem Meßobjekt aus. Gerade bei Messungen in der laufenden Produktion ist es nicht immer zu gewährleisten, daß das Meßobjekt exakt positioniert wird. Die Oberflächennormale am Meßort kann deshalb in der Praxis um einen Verkipfungswinkel von der Meßrichtung der Meßvorrichtung abweichen.

Es wurde bereits eine Vorrichtung vorgeschlagen, die den Meßfehler infolge Keiligkeit der Wandung und Verkipfung des Meßobjektes kompensiert (DE 41 43 186). Diese Vorrichtung verwendet ebenfalls Laserstrahlen und ist damit auch nicht in der Lage, zuverlässig Reflexe an unebenen Oberflächen von Behälterglas zu liefern. Damit ist sie für die Dickenmessung an Behälterglas gleichfalls nicht geeignet.

Auch die weitere Vorrichtung (US 5 636 027), die ebenfalls zwei Meßsysteme verwendet, um den Fehler infolge Keiligkeit und Verkipfung des Meßobjektes zu kompensieren, verwendet als Lichtquelle Laser. Auch in dieser Vorrichtung fallen die Laserstrahlen ohne weitere optische Behandlung wie zum Beispiel Strahlaufweitung und anschließende Fokussierung direkt auf das Meßobjekt und werden von dort auch direkt und parallel auf den optoelektronischen Sensor zurückreflektiert. Der Abstand der beiden Reflexpaare ergibt das Maß für die Wanddicke des Meßobjektes..

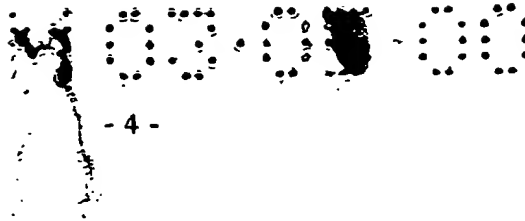
11.05.00

- 3 -

Ebenfalls einen Laser als Lichtquelle verwendet die Vorrichtung nach Patent JP 58 022 902. Der Laserstrahl in dieser Patentschrift wird zwar mittels Zylinderlinse zu einer Linie verformt, um auch an gekrümmten Oberflächen, z.B. TV Panels, die Messung ausführen zu können. Eine flächenhafte Strahlaufweitung erfolgt jedoch nicht. Der Laserstrahl wird zugleich durch einen Strahlteiler in zwei Strahlen aufgeteilt, die aus entgegengesetzten Richtungen auf das Meßobjektiv treffen. Infolge der scharfen Bündelung des Laserstrahls und der Verwendung von Laserlicht, das aus nur einem Einfallswinkel auf das Meßobjektiv trifft, kann die Bestimmung der Wanddicke ebenfalls nur aus 2 Reflexstrahlen-Paaren erfolgen. Damit diese Anordnung ebenfalls für die Messung an Behälterglas mit den dafür typischen rauhen, unebenen Oberflächen ungeeignet.

Nachteilig bei diesen bekannten Anordnungen ist ferner, daß bei stark keiligen oder gekrümmten Oberflächen und gleichzeitig begrenzter Apertur des Empfangsobjektivs die Reflexe nicht auf den Sensor abgebildet werden können. Sie werden in eine Richtung zurückreflektiert, die außerhalb der Öffnung der Empfangsoptik liegt und stehen damit nicht zur Meßwertbildung zur Verfügung.

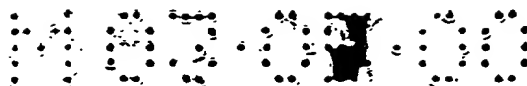
Nach der DE 372 49 32 wurde eine Anordnung vorgeschlagen, mit der ein Laserstrahl zunächst aufgeweitet und anschließend auf das Meßobjekt fokussiert wird. Im Überlappungsgebiet der reflektierten Laserstrahlen an Vorder- und Rückseite des Meßobjektes ist ein opto-elektronischer Sensor angeordnet. Auf diesen treffen die Laserstrahlen auf, die im Überlappungsgebiet Interferenzen gleicher Neigung erzeugen. Der Abstand dieser Interferenzlinien wird als Maß der Dicke ausgewertet. Dieses Patent ist in seinem physikalischen Wesen grundverschieden zu den oben dargestellten Vorrichtungen, da nicht der Abstand von Reflexionen, sondern der Abstand von Interferenzlinien als Maß der Dicke ausgewertet wird.



Nachteilig an dieser Anordnung ist, daß sich die Interferenzlinien bei Bewegung des Meßobjektes mit so großer Geschwindigkeit in dem Überlappungsgebiet und damit auf dem opto-elektronischen Sensor bewegen, daß eine Auswertung nicht möglich ist. Die Anordnung ist nur an ruhenden Objekten anwendbar. Ihre  
5 Nutzung für die Online-Kontrolle scheidet damit aus.

Es steht die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung bereitzustellen, mit dem auch an rauen, narbigen und nicht ideal glatten Oberflächen des Meßobjektes, vorzugsweise bei Behälterglas oder anderen durch  
10 eine Zwangsformung hergestellten, nicht frei geformten Glaserzeugnissen, zuverlässig Reflexstrahlen und damit Meßwerte erhalten werden können, die zugleich nicht durch keilige Wandungen und Verkippungen des Meßobjektes verfälscht sind und die auch bei stark gekrümmten, keiligen Wandungen auswertbare Signale der Sensoren liefern.

15 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Lichtstrahlen aus einer Leuchtfläche zunächst kollimiert und anschließend unter mehreren Einfallswinkeln zur Oberflächennormalen auf die Oberfläche des Meßobjektes fokussiert werden. Die beiden Reflexstrahlen jedes Lichtstrahles, die an der  
20 Vorder- und Rückseite auftreten, werden auf einem opto-elektronischen bildauflösenden Sensor zusammen als Reflexbild abgebildet. Gleichzeitig werden die Lichtstrahlen aus einer zweiten Leuchtfläche ebenfalls zunächst kollimiert und anschließend unter mehreren Einfallswinkeln auf die Oberfläche des Meßobjektes fokussiert, die den Ausfallswinkeln der reflektierten Strahlen aus  
25 der ersten Leuchtfläche entsprechen. Die Reflexstrahlen der zweiten Leuchtfläche werden auf einem zweiten opto-elektronischen bildauflösenden Sensor als Reflexbild abgebildet. In einem nachgeschalteten Kontroller wird als Maß der Wanddicke der Mittelwert der Abstände der jeweiligen zwei Reflexbilder auf den beiden opto-elektronischen bildauflösenden Sensoren bestimmt.



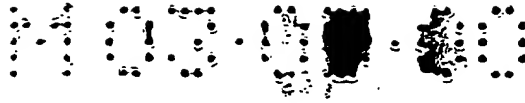
- 5 -

Das Wesen der Erfindung besteht darin, leuchtende Flächen auf die Meßobjek-  
toberfläche abzubilden. Durch die Verwendung einer diffus leuchtenden Fläche  
anstelle eines scharf gebündelten Laserstrahls erfolgt die Beaufschlagung der  
Meßobjektoberfläche aus unterschiedlichen Einfallsrichtungen. Der Strahlengang  
5 aus einer Leuchtfläche, der auf die Behälteroberfläche fokussiert wird, enthält  
eine große Bandbreite von Lichtbündeln, die aus verschiedenen Einfallswinkeln  
auf die Behälteroberfläche fallen. Damit ist sichergestellt, daß Teile des Strahlen-  
gangs trotz der narbigen, unebenen Oberfläche des Meßobjektes immer in die  
Empfangsoptik zurückreflektiert werden, auch wenn andere Bündel aus dem  
10 Strahlengang infolge dieser Oberflächendefekte ausfallen. Damit werden immer  
mindestens zwei Reflexstrahlen, d.h. ein Reflexbild auf dem opto-elektronischen  
bildauflösenden Sensor abgebildet.

Weiterhin werden durch ein zweites optisches System, das den identischen  
15 Aufbau des ersten Systems besitzt, aber mit umgekehrter Strahlrichtung arbeitet,  
die Meßfehler durch Keiligkeit und Verkippung kompensiert und durch die weit  
geöffneten Strahlenbündel, die auf das Meßobjekt fallen, die Abbildung der  
Reflexstrahlen auf den Sensoren auch bei stark gekrümmten Oberflächen und  
keiligen Wandungen trotz begrenzter Apertur der Empfangsoptik gesichert.

20 Zugleich wird durch Erzeugung der Abbildung der Reflexionen zu Reflexbildern  
sichergestellt, daß keine Meßfehler infolge von Abweichungen der Oberflächen-  
normalen des Meßobjektes auftreten können, was der Fall wäre, wenn die  
Reflexe ohne die Verwendung eines abbildenden optischen Systems direkt auf  
25 die Sensoren fallen würden.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die zuverlässige Messung an narbi-  
gen, unebenen Oberflächen ermöglicht wird. Trotz der verhältnismäßig rauhen,  
unebenen Oberfläche des Meßobjektes, die für zwangsgeformte Glasartikel, wie  
30 zum Beispiel Behälterglas im Gegensatz zu frei geformten anderen Gläsern  
typisch ist, werden stets auswertbare Reflexbilder auf den optoelektronischen



- 6 -

Sensoren erzeugt, die die Bestimmung der Wanddicke gestatten. Zugleich werden Meßfehler infolge Keiligkeit der Wandung und Verkippung des Meßobjektes vermieden.

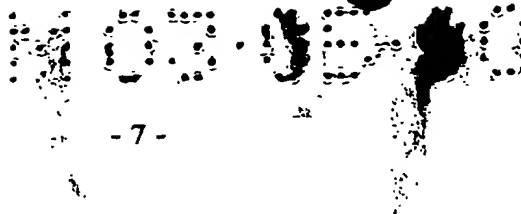
5 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert.

Der Leuchtfläche 11, die beispielsweise durch eine linienförmige Licht-  
austrittsöffnung eines Lichtleiters realisiert wird, ist das Objektiv 12 nachgeord-  
10 net. Von der Lichtaustrittsöffnung des Lichtleiters geht eine Vielzahl von Strahlenbündeln in unterschiedlichen Richtungen aus. Das Objektiv 12 erzeugt aus dem divergierenden Strahlengang, der aus der Leuchtfläche 11 austritt, einen parallelen Strahlengang, der über den halbdurchlässigen Spiegel 13 in das  
Objektiv 14 gelenkt wird. Das Objektiv 14 fokussiert den Strahlengang auf die  
15 Oberfläche des Meßobjektes 1. Dadurch wird die Oberfläche des Meßobjektes 1 am Meßort mit Strahlenbündeln aus unterschiedlichsten Richtungen beaufschlagt. Folglich wird das Bild der Leuchtfläche 11 als ein leuchtender Meßfleck auf der Oberfläche des Meßobjektes 1 erzeugt. Aus jedem Lichtstrahl entstehen zwei Reflexionsstrahlen an der Vorderseite und der Innenseite des  
20 Meßobjektes. Diese beiden Reflexionsstrahlen jedes Lichtstrahles werden durch das Objektiv 24 durch den halbdurchlässigen Spiegel 23 hindurch und weiter durch das Objektiv 25 für alle Strahlen zusammen als Reflexbild auf den Zeilen-  
sensor 26 abgebildet.

Damit entsteht ein Reflexbild jeweils aller beiden Reflexionsstrahlen auf dem  
25 Zeilensensor 26. Dem Zeilensensor 26 ist der Controller 3 nachgestellt, der den Abstand der beiden Reflexionsbilder bestimmt und diesen der weiteren Berechnung der Wanddicke zugrunde legt.

Zugleich ist der Leuchtfläche 21, die ebenfalls durch eine flächenförmige Licht-  
30 austrittsöffnung eines Lichtleiters realisiert wird, das Objektiv 22 nachgeordnet. Auch dieses Objektiv erzeugt aus dem divergierenden Strahlengang, der aus dem



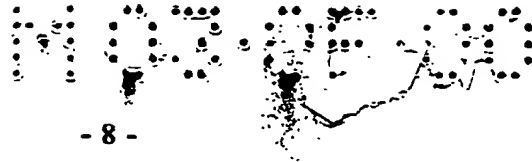


- 7 -

Lichtleiter 21 austritt, einen parallelen Strahlengang, der über den halbdurchlässigen Spiegel 23 in das Objektiv 24 gelenkt wird, das ebenfalls den Strahlengang unter mehreren Einfallswinkeln auf die Oberfläche des Meßobjektes 1 fokussiert. Diese Einfallswinkel der verschiedenen geneigten Strahlenbündel der Leuchtfläche 21 entsprechen den Ausfallswinkeln der Reflexstrahlen vom Meßobjekt, die aus der ersten Leuchtfläche 11 stammen. Von der Oberfläche des Meßobjektes 1 werden gleichfalls zwei Reflexionen an der Vorderseite und der Innenseite des Behälters entstehen, die ihren Ursprung in der Leuchtfläche 21 haben. Diese Reflexionen werden durch das Objektiv 14 durch den halbdurchlässigen Siegel 13 hindurch und weiter durch das Objektiv 15 auf den Zeilensensor 16 als Reflexbild abgebildet. Der Zeilensensor 16 ist ebenfalls mit dem Kontroller 3 verbunden, der den Abstand dieser beiden Reflexbilder ebenfalls bestimmt und diesen der weiteren Berechnung der Wanddicke zugrundelegt.

Die Wanddicke wird schließlich durch eine Mittelung der Abstände der Reflexe auf den beiden Sensoren 16 und 26 ermittelt.

Die Strahlengänge aus den Leuchtflächen 11 und 21 setzen sich aus Lichtbündeln zusammen, deren Ursprung jeweils auf unterschiedlichen Punkten der Leuchtfläche liegt und damit unterschiedliche Strahlenrichtungen aufweisen. Die verschiedenen Bündel des Strahlenganges der Leuchtfläche besitzen deshalb unterschiedliche Neigungen gegenüber der Oberfläche des Meßobjektes. Folglich wird die narbige, unebene Oberfläche des Meßobjektes nur die Bündel des Strahlenganges aus der idealen Reflektionsrichtung ablenken, die zufällig mit einer ungeeigneten Einfallsrichtung auf das Meßobjekt auftreffen. Andere Bündel aus dem Strahlengang hingegen werden trotz der Oberflächendefekte in die Richtung der Empfangsoptik reflektiert und tragen dort zur Bildung der beiden Reflexbilder auf den Sensoren 16 und 26 bei. Würde man einen Laserstrahl zur Erzeugung der beiden Reflexe an Außen- und Innenseite verwenden, wie es dem Stand der Technik entspricht, so wird man meistens keine Reflexbilder auf dem optoelektronischen Empfänger erhalten, da der eng gebündelte Laserstrahl, der das Meßobjekt stets aus der gleichen Einfallsrichtung trifft, an



den Unebenheiten der Oberfläche in den überwiegenden Fällen stochastisch abgelenkt wird.

5      Zugleich wird durch die Verwendung der abbildenden Objektive 14 und 15 bzw.  
24 und 25 erreicht, daß nicht schlechthin reflektierte Strahlen auf die Sensoren  
16 und 26 fallen, sondern auf diesen Sensoren eine Abbildung der Reflexionen  
erzeugt wird, die an der Oberfläche des Behälters 1 entstehen. Dadurch wird die  
Meßanordnung robust und unempfindlich gegenüber Meßfehlern, die aus einer  
im makroskopischen Sinne unebenen Oberfläche oder aus einer Verkipfung des  
10      Behälters resultieren würden.

Des weiteren werden dadurch, daß die Lichtstrahlen aus zwei Leuchtflächen aus  
entgegengesetzten Richtungen auf das Meßobjekt gerichtet werden, wobei die  
Ausfallsrichtungen der Strahlenbündel der ersten Leuchtfläche den Einfallsr-  
15      richtungen der Strahlenbündel der zweiten Leuchtfläche entsprechen, die Meßfehler  
infolge Keiligkeit und Verkipfung kompensiert.

Der Aufbau der zum Messen verwendeten Strahlengänge aus einem breiten  
Spektrum unterschiedlich geneigter Bündel hat letztlich zur Folge, daß auch bei  
20      stark keiligen oder gekrümmten Oberflächen und gleichzeitig begrenzter Apertur  
des Empfangsobjektivs zwei Reflexbilder auf den Sensoren abgebildet werden  
können. Zwar werden Bündel aus dem Strahlengang so zurückreflektiert, daß  
sie die Empfangsoptik verfehlen, andere Bündel jedoch tragen zur Bilderzeu-  
gung auf dem Sensor bei, so daß auch mit begrenzten Aperturen der Empfangs-  
25      optik gearbeitet werden kann.

M03-12-99

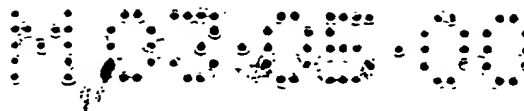
- 9 -

BEZUGSZEICHENLISTE

5		1	Meßobjekt (Behälter)
		11	Leuchtfläche
		12	Objektiv
10		13	halbdurchlässiger Spiegel
		14	Objektiv
		15	Objektiv
		16	Sensor
		21	Leuchtfläche
15		22	Objektiv
		23	halbdurchlässiger Spiegel
		24	Objektiv
		25	Objektiv
		26	Sensor
20		3	Kontroller

25

30



- 10 -

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum berührungslosen Messen der Wanddicke von transparenten  
5 Meßobjekten unter Verwendung von Lichtquellen (11; 21), Linsen, Umlenk-  
spiegeln oder -prismen, halbdurchlässigen Spiegeln (13; 23) sowie Zeilensenso-  
ren (16; 26) und einem Controller (3), gekennzeichnet dadurch,
- daß mehrere in unterschiedliche Richtungen ausgesandte Strahlenbündel des  
diffusen Lichtes aus einer ersten Leuchtfläche (11) zunächst kollimiert und  
10 anschließend unter unterschiedlichen Einfallswinkeln zur Oberflächennormalen  
auf die Oberfläche des Meßobjektes (1) zu einer ersten leuchtenden Meßfläche  
fokussiert werden,
- daß die beiden von der Vorder- und Rückseite des Meßobjektes (1) ausfallen-  
15 den Reflexstrahlen jedes Strahlenbündels der Meßfläche auf dem opto-elektroni-  
schen bildauflösenden Sensor (26) als Reflexbild abgebildet werden,
- daß gleichzeitig mehrere in unterschiedliche Richtungen ausgesandte Strahlen-  
bündel des diffusen Lichtes aus der zweiten Leuchtfläche (21) ebenfalls  
20 zunächst kollimiert und anschließend unter unterschiedlichen Einfallswinkeln auf  
die Oberfläche des Meßobjektes (1) zu einer zweiten leuchtenden Meßfläche so  
fokussiert werden, daß die Einfallsrichtungen dieser Strahlenbündel den Ausfall-  
richtungen der Reflexstrahlen aus der ersten Leuchtfläche (11) entsprechen,
- daß weiterhin die Reflexstrahlen von der zweiten leuchtenden Meßfläche, die  
25 ebenfalls von der Vorder- und Rückseite des Meßobjektes (1) ausgesandt  
werden, auf dem zweiten opto-elektronischen bildauflösenden Sensor (16) als  
Reflexbild abgebildet werden und
- daß in einem nachgeschalteten K ntroller (3) der Mittelwert der Abstände der  
30 jeweiligen zwei Reflexbilder auf den beiden opto-elektronischen bildauflösenden

11 03 05 00

- 11 -

Sensoren (26; 16) als Maß der Wanddicke des Meßobjektes (1) ausgewertet wird.

2. Vorrichtung zum berührungslosen Messen der Wanddicke von transparenten Meßobjekten unter Verwendung von Lichtquellen (11; 21), Linsen, halbdurchlässigen Spiegeln (13; 23) oder Prismen sowie bildauflösenden Sensoren (16; 26) und einem Kontroller (3), gekennzeichnet dadurch,

- daß einer ersten Leuchtfläche (11) ein Objektiv (12) nachgeordnet ist, hinter dem ein halbdurchlässiger Spiegel (13) in der Weise angeordnet ist, daß die Strahlenbündel des Lichtes aus der ersten Leuchtfläche (11) in ein Objektiv (14) reflektiert und weiter auf das Meßobjekt (1) fokussiert werden,

- daß ein Objektiv (24) so angeordnet ist, daß es zusammen mit einem Objektiv (25) die vom Meßobjekt (1) reflektierten Strahlen der ersten leuchtenden Meßfläche durch einen halbdurchlässigen Spiegel (23) hindurch auf einem Sensor (26) als Reflexbild abbildet,

- daß gleichzeitig einer zweiten Leuchtfläche (21) ein Objektiv (22) zugeordnet ist, dem gleichfalls ein halbdurchlässiger Spiegel (23) in der Weise nachgeordnet ist, daß die Strahlenbündel des Lichtes aus der zweiten Leuchtfläche (21) durch das Objektiv (24) ebenfalls auf das Meßobjekt (1) fokussiert werden, wobei die Einfallsrichtungen der Strahlbündel den Ausfallsrichtungen der Reflexstrahlen aus der ersten Leuchtfläche (11) entsprechen und die Reflexstrahlen der zweiten Leuchtfläche (21) durch die Objektive (14; 15) auf einem Sensor (16) als Reflexbild abgebildet werden, und

- daß den beiden Sensoren (16; 26) ein Kontroller (3) nachgeschaltet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Leuchtflächen (11) und (21) Lichtaustrittsöffnungen von Lichtleitern, vorzugsweise Glasfaserbündeln darstellen.

H03-09-00

- 12 -

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Lichtaustrittsöffnungen der Lichtleiter linienförmig gestaltet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Leuchtflächen (11) und (21) als Lichtquellen mit vorgesetzten Spaltblenden ausgeführt sind.

10

15

20

25

30

09/673986

528 Rec'd PCT/PTO 23 OCT 2000

03-05-2000

M03-05-00

DE 009900834

5

A process and a device for contactless measurement of wall thickness

10

The invention consists in a process and a device for the contactless measurement of the thickness of transparent materials. It is particularly suitable for measuring the wall thickness of glass containers.

15

Processes and devices for the automatic measurement of wall thickness are already known. (DD 261 832, EP 584 673, US 4 902 903, US 3 807 870). These devices use a laser beam directed onto the object to be measured at a certain angle of incidence.

20

The laser is partially reflected from the front of the object. Another part of the beam is refracted into the material, reflected from the inside of the rear wall and again refracted on leaving the front, so that 2 laser beams return out of the object being measured. The distance between the two returning laser beams gives a measurement for the thickness of the wall when appropriately evaluated. A line sensor is usually installed in the path of the reflex beams as the evaluation system.

25

The disadvantage of such systems is that they cannot be used to measure glass containers. The surface of container glass is not smooth when considered against the dimensions of the laser beam. There is a stochastic diversion of the laser beam. It is parallel and closely bundled and so compared with its dimensions, the surface of the containers is comparatively rough and scarred. The reflex laser beams,

30

03-05-2000

M03.05.00

DE 009900834

- 2 -

5 rarely reflected back in the direction of the receiving instrument. The result is that there are virtually no reflex beams available to the checking systems for them to turn into measurements. A further disadvantage of these known systems is that the measured value for the wall thickness is adversely affected by the fact that the walls of the measured object are not actually parallel. The two reflected laser beams will only run parallel to each other if the reflecting surfaces of the object are parallel. If the walls form an angle, the two reflected beams will either diverge or converge, which gives an incorrect measurement which is then useless.

10 Another source of error is the fact that the measuring instrument and the object may not be on the same vertical level. It is in the nature of measurements made during continuous production that the exact positioning of the object cannot be guaranteed. The normal points of measurement for the surface may thus in practice  
15 deviate by a certain angle of tilt from the measuring angle expected by the receiver.

A particular system has been suggested which compensates the measuring error due to wedge-shaped walls or angle of tilt (DE 131 43 186). This device also uses laser beams and is thus likewise unable to deliver reflex beams reliably from  
20 container glass, which means that it is not suitable to measure thicknesses for these objects.

25 In this device too the laser beams strike the object to be measured directly, without any such further optical treatment as beam widening with subsequent focusing, and from the object they are also reflected back onto the optoelectronic sensor directly, and parallel to each other. The measurement of the wall thickness of the object is derived from the distance between the two pairs of reflex beams.

30



03-05-2000

M03-05-00

DE 009900834

- 3 -

5 Likewise, the device described in patent JP 58 0022 902 uses a laser as light source. Indeed, the laser beam in this patent is shaped into a line by means of a cylindrical lens, so that measurements can also be made on curved surfaces such as TV panels. However, there is no broadening of the beam over an area. The laser beam is divided into two beams by a beam-splitter and these meet at the measured object, reaching it from opposite directions. Because the laser beam is closely bundled and the laser light used strikes the object from only one angle, the determination of the wall thickness is again achieved by no more than two pairs of  
10 reflex beams. This arrangement is thus also not suitable for measuring the glass walls of containers, with their typically uneven surfaces.

15 It is also a problem in these published systems that if the surfaces are markedly non-parallel or curved, and if the aperture of the receiving lens is limited the reflex beams cannot be picked up on the sensor. They are reflected back on a path that goes outside the opening. Again, they cannot be used for measuring.

20 A system is proposed in DE 372 49 32 which first widens a laser beam and then focuses it on the object to be measured. An optoelectronic sensor is positioned in the overlap area of the laser beams reflected from the front and rear of the object. The laser beams which in the overlap area create interferences with the same inclination meet at the sensor. The distance between these lines of interference to give the width of the thickness. There is a basic physical difference between this  
25 patent and the other systems described above, in that the distance not between reflections but between lines of interference is the basis of measurement for the thickness.

30

03-05-2000

M03:05:00

DE 009900834

- 4 -

It is a disadvantage of this system that when the object measured is moved, the lines of interference move so fast in the overlap area and thus onto the sensor that evaluation is rendered impossible. It is a system only practicable for objects at rest.

5 Thus its use for in-line monitoring is excluded.

Therefore there is still a requirement for a process and a device to obtain reflex beams and thus measured values, even from object surfaces that are not ideally smooth but rough and scarred, particularly those of glass containers or other glass

10 products formed by forced flow as opposed to free shaping. These beams must not be made inaccurate by wedge-shaped walls and angles of tilt and they must deliver usable reflexes to the sensors despite the narrow lens aperture even if the container walls are curved or wedge-shaped.

15 An invention has solved the problem, in that light from a luminous area is first collimated and then focused at an incident angle to the surface normal for the measured object. Both reflex beams from each lightbeam, arising respectively at the front and rear side, are projected onto an opto-electronic image resolution

20 sensor as a reflex image. At the same time, the light from a second luminous area is also collimated and then focused at an incident angle to the surface of the object. This angle is equivalent to the emergent angle of the reflected beam from the first luminous area. The reflex beams from the second light beam are projected onto a

25 second opto-electronic image resolution sensor. In a controller which is connected at the end of the system, the mean of the distances between each of the two reflexes received at the two opto-electronic image resolution sensors is determined and taken as the measurement of the wall thickness.

30

03-05-2000

MO3-05-00

DE 009900834

- 5 -

The essential invention is the projection of the luminous areas onto the surface of the measured object. By the use of an area with diffuse luminosity instead of a closely bundled laser beam, light strikes the surface of the object being measured from a spread of directions. The path of the beams from a luminous area which is focussed on to the container surface contains a broad bandwidth of bundled light which lands on the surface at various angles of incidence. This ensures that some the parts of the path will always be reflected back into the receiving instrument despite the scarred and rough surface, even if other bundles from the path are lost because of the poor surface quality. There will thus always be at least two reflex beams, with the result that a reflex image can be projected onto the opto-electronic image resolution sensor.

Furthermore, the measuring errors due to wedge-shaped walls or angle of tilt are compensated for by a second optical system with exactly the same construction as the first but operating with the direction of the beam reversed, and the projection of the reflex beams onto the sensors is ensured by means of the widely spread bundles of rays, despite the narrowness of the receiving instrument and even if the surfaces are curved or the walls wedge-shaped.

This will then also ensure successful projection of the reflected rays as reflex images and avoid possible false measurements due to variations from the surface taken as normal for the measured object. These errors are liable to arise if the reflex beams are directed straight onto the sensors without the use of projecting equipment.

The advantages of the invention are that reliable measurement even on scarred and rough surfaces is made possible. Despite the relatively rough, uneven surface typical of force-formed glass items such as bottles or jars (in contrast to that of freely formed glass items), usable reflexes

03-05-2000

M03-05-00

DE 009900834

- 6 -

will be delivered to the opto-electronic sensors for the purpose of measuring the wall thickness. False measurements on account of the object's non-parallel walls or angle of tilt will also be avoided.

5

An example of the construction of the invention is shown in the drawing and a fuller explanation now follows:

10

The luminous area, 11, which can be created for example, by means of a linear exit opening in a photo-conductor, is placed behind a lens 12. From the linear exit opening in the photo-conductor a large number of bundled rays is emitted in a spread of directions. The lens makes the diverging path of rays emitted by the luminous area 11 into a parallel path, which is directed via the semitransparent mirror 13 into lens 14. The lens 14 in turn focuses the path of light onto the surface of the container 1. Thus the surface of the object will be struck at the point to be measured by bundled rays from a wide spread of directions. As a consequence, the image of the luminous area 11 will be produced on the surface of the object as a radiant patch of light to be measured. Two reflex beams are produced at the front and the inside of the object. These two reflected beams from each lightbeam are projected back through the lens 24 via the semitransparent mirror 23 then through the lens 25, which is for all the beams together, onto the line sensor 26 as a reflex image.

20

25

So there is a reflex image produced on the line sensor 26, always of both reflected beams. The controller 3, which determines the distance between the reflex beams and uses this figure for subsequent calculation of the wall thickness, is connected behind the line sensor 26.

30

At the same time, the luminous area 21 which can likewise be created by means of a rectangular exit opening in a photo-conductor, is placed behind the lens 22. This

03-05-2000

M03.05.00

DE 009900834

- 7 -

5 lens, also, makes the diverging path of rays emitted by the photo-conductor 21 into a parallel path which is directed via the semitransparent mirror 23 into lens 24. This last focuses onto the surface of the object with a variety of angles of incidence. These angles of the various suitable bundled beams from the luminous area 21 are equivalent to the emergent angles of the reflected beams from the object originating in the first luminous area. Again, from the surface of the container 1 two reflections originating in luminous area 21 will be produced at the front and the inside of the container. These reflections are projected back through 10 the lens 14 via the semitransparent mirror 13 then through the lens 15 onto the line sensor 16 as a reflex image. The line sensor 16 is connected in the same way to the controller 3 which again determines the distance between the reflex images and uses it for further calculation of the wall thickness.

15 Then the thickness of the wall is determined by taking the average of the distance between the reflexes at the two sensors 16 and 26.

20 The paths of light from the luminous areas 11 and 21 are formed of bundles which each have their origin in different points on the luminous area and thus come in from different directions. The different bundles of the path of light from the luminous area have, for this reason, a different angles of inclination to the surface of the measured object. In consequence, the rough, scarred surface of the object will only divert from the ideal direction of reflection that bundle of rays in the path which happens to strike the object at an unsuitable angle. Other bundles will, on 25 the other hand, be reflected towards the receiving instrument despite the surface effects and will contribute to the creation of the two reflex images on the sensors 16 and 26. If a laser beam were used to produce the two reflections from the front and the inside - as far as is feasible in the current state of the art - it would produce hardly any reflex images on the opto-electronic receiver, as the closely 30 bundled laser beam will always strike the object at the same angle and there will be

03-05-2000

M03.05.00

DE 009900834

- 8 -

stochastic diversion of the beam on most occasions from the surface irregularities.

5 At the same time, the use of the projecting lenses 14 and 15 (and 24 and 25) means that not only reflected beams arrive at the sensors 16 and 26 but also that an image of these reflections (originating at the object) is produced on the sensors. The result is that the measurement system is robust and not prone to the false measurements that can arise from the fact that, macroscopically speaking, the surface is rough or that it may be tilted in relation to the receiving instrument.

10 Also, because the beams of light are directed at the object from opposing directions, and at the same time the emergent angles of the bundled beams from the first luminous area are equivalent to the incident angles of the bundled beams from second luminous area, any errors due to wedge shape or curvature are compensated for.

15 The fact that the paths of light used for the measuring are made up of bundles with a variety of angles over a wide range means that even when the surfaces are very wedge-shaped or curved, and the aperture of the receiving lens very narrow, two reflex images can be projected onto the sensors. Though some bundles of the path are reflected in such a way that they miss the receiving lens, other bundles will nonetheless contribute to the creation of an image on the sensor, which enables a small aperture to be used in the receiving instrument.

25

30

03-05-2000

M03.05.00

DE 009900834

- 9 -

LIST OF REFERENCE NUMBERS

5

- |    |    |                                       |
|----|----|---------------------------------------|
|    | 1  | The Object to be Measured (Container) |
|    | 11 | Luminous Area                         |
|    | 12 | Lens                                  |
| 10 | 13 | Semitransparent Mirror                |
|    | 14 | Lens                                  |
|    | 15 | Lens                                  |
|    | 16 | Sensor:                               |
|    | 21 | Luminous Area                         |
| 15 | 22 | Lens                                  |
|    | 23 | Semitransparent Mirror                |
|    | 24 | Lens                                  |
|    | 25 | Lens                                  |
|    | 26 | Sensor:                               |
| 20 | 3  | Controller                            |

25

30

03-05-2000

M03-05-00

DE 009900834

- 10 -

CLAIMS

- 5 1. A process for contactless measuring of the wall thickness of transparent objects, using light sources (11; 21), lenses, surface mirrors or deviating prisms, semitransparent mirrors (13;23) together with line sensors (16;26) and a controller (3), characterised by
- 10 - the fact that several bundles of rays of diffuse light emitted in a variety of directions from a first luminous area (11) are first collimated and then focused onto the object to be measured with various angles of incidence to the surface normal for that object,
- 15 - the fact that the two emergent reflex beams from the front and rear sides of the object to be measured (1) are projected as a reflex image onto the opto-electronic image resolution sensor (26),
- 20 - the fact that several bundles of rays of diffuse light emitted in a variety of directions from a second luminous area (21), likewise first collimated and then focused onto the object to be measured (1) with various angles of incidence to the surface normal for that object, are focused to become a second luminous measuring area in such a way that the direction of incidence of these bundles of rays are equivalent to the emergent direction of the reflex beams from the first luminous area (11),
- 25 - the fact that the reflex beams from the second luminous measuring area, which are likewise emitted from the front and rear sides of the object to be measured (1), are projected onto a second opto-electronic image resolution sensor (16) as a reflex image and
- 30 - that in a controller (3) installed at the end of the system the mean value of the distances between each pair of reflex images on the two opto-electronic image



03-05-2000

M03-05-00

DE 009900834

- 11 -

resolution sensors (26;16) is evaluated to give a measurement for the wall thickness of the object to be measured (1).

2. A device for contactless measuring of the wall thickness of transparent objects,  
5 using light sources (11; 21), lenses, semitransparent mirrors (13;23) or prisms,  
together with image resolution sensors (16;26) and a controller (3), characterised  
by

- the fact that behind a first luminous area (11) a lens (12) is placed, behind which  
10 in turn a semitransparent mirror (13) is so arranged that the bundled beams of  
light from the first luminous area (11) are reflected and then focused onto the  
object to be measured (1),

- the fact that a lens (24) is so arranged that it projects together with a lens (25)  
15 the beams from the first luminous measuring area of the object to be measured  
(1) via a semitransparent mirror (23) onto a sensor (26) as a reflex image,

- the fact that at the same time a lens (22) is placed in relation to a second  
20 luminous area (21), behind which lens a semitransparent mirror (23) is so  
arranged that the bundled beams of light from the second luminous area (21)  
are likewise focused through the lens (24) onto the object to be measured (1)  
with the incident angles of the bundled beam being equivalent to the emergent  
angles of the reflex beams from the first luminous area (11), and the reflex  
beams from the second luminous area (21) being projected onto a sensor (16)  
25 through the lenses as a reflex image, and

the fact that a controller (3) is installed in the system after the two sensors  
(16;26).

3. A device according to claim 2, characterised by the fact that the luminous  
30 areas (11) and (21) represent light emission apertures of photoconductors,  
preferably bundles of glass fibres.

03-05-2000

M03-05-00

DE 009900834

- 12 -

4. A device according to claim 2 and 3, characterised by the fact that the light emission apertures of the photoconductors are of a linear shape.

5. A device according to claim 2, characterised by the fact that the luminous areas (11) and (21) are in the form of light sources with slats placed before them.

10

15

20

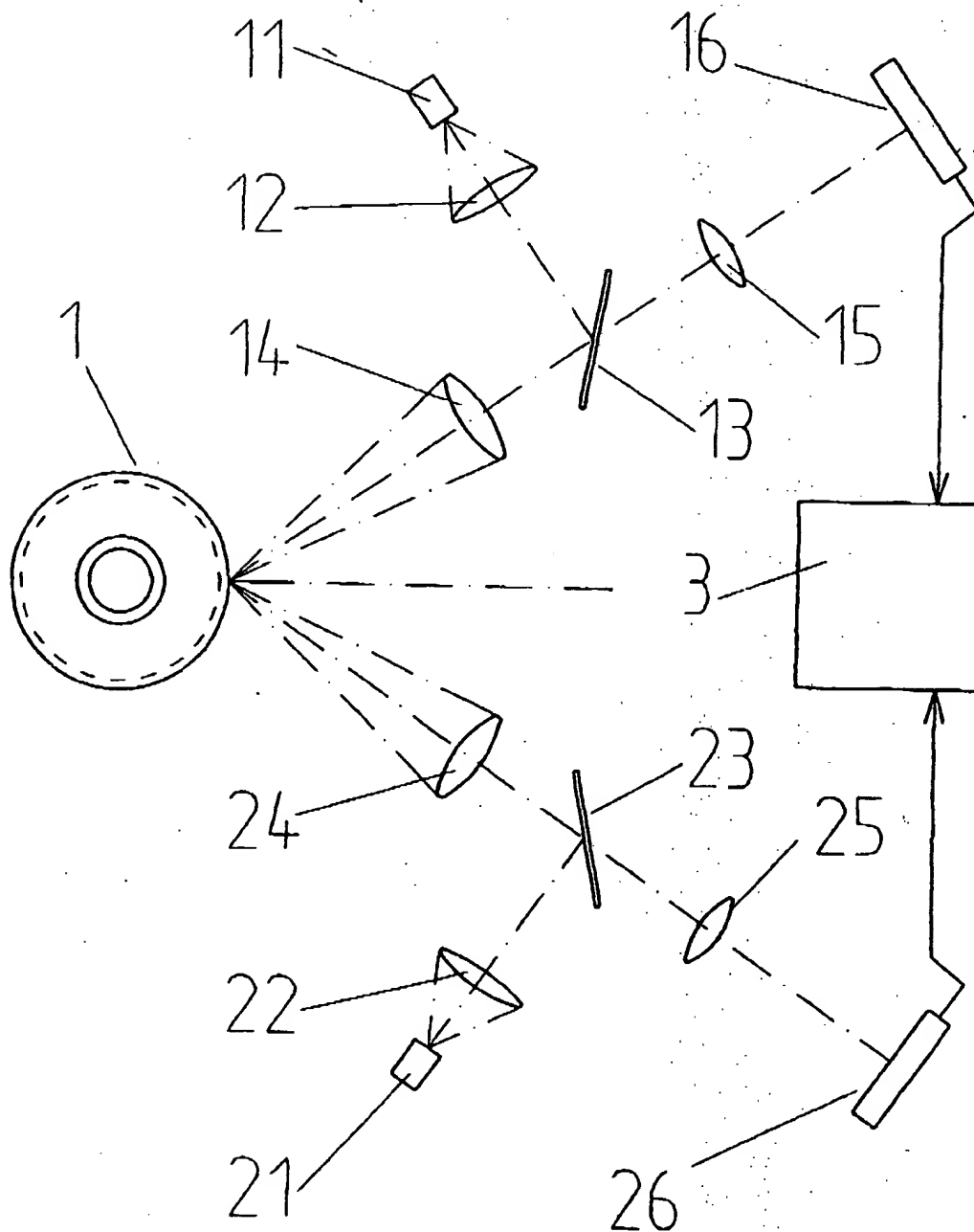
25

30

09/673986

1/1

Fig. 1



-1-

138 18 130.6

## Verfahren und Vorrichtung zur berührungslosen Messung der Wanddicke

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die berührungslose Messung der Dicke von transparenten Materialien und die Vorrichtung zu dessen Durchführung. Sie ist besonders für die Wanddickenmessung von Behälterglas geeignet.

Es sind bereits Vorrichtungen für die automatische berührungslose Wanddickenmessung bekannt. (DD 261 832, EP 584 673, US 4 902 903, US 3 807 870). Diese Vorrichtungen verwenden einen Laserstrahl, der unter einem gewissen Einfallswinkel auf das Meßobjekt gerichtet wird.

Der Laserstrahl wird auf der Vorderseite des Meßobjekts teilweise reflektiert. Ein weiterer Teil des Strahls wird in das Material hineingebrochen, an der Rückseite reflektiert und an der Vorderseite nochmals gebrochen, so daß zwei Laserstrahlen von dem Meßobjekt zurückreflektiert werden. Der Abstand der beiden zurückreflektierten Laserstrahlen ist ein Maß für die Wanddicke und wird entsprechend ausgewertet. In Strahlrichtung der Reflexe ist als Auswerteeinrichtung meist ein Zeilensensor angeordnet.

Nachteilig an diesen Vorrichtungen ist, daß sie für die Messung an Behälterglas nicht verwendet werden können. Die Oberfläche von Behälterglas ist gemessen an den Dimensionen des Laserstrahls nicht glatt. Der scharf gebündelte, parallele Laserstrahl wird an der, verglichen mit den Abmessungen des Laserstrahls verhältnismäßig unebenen, rauen Oberfläche der Behälter stochastisch abgelenkt. Die Reflexe des Laserstrahls, die an sich für die Bestimmung der Wanddicke verwendet werden sollen, werden damit häufig nicht in die Richtung der Empfangsoptik zurückreflektiert. Damit stehen meist keine Reflexe für die Meßwertbildung in den Kontrollern zur Verfügung.

-2-

30    Nachteilig an diesen bekannten Vorrichtungen ist weiterhin, daß der Wanddick-  
meßwert stark durch die Nichtparallelität der Wandung des Meßobjektes  $b$  einflußt  
wird. Die beiden reflektierten Laserstrahlen verlaufen nur dann parallel, wenn die  
reflektierenden Oberflächen des Meßobjekts parallel sind. Schließen diese einen  
Keilwinkel ein, divergieren oder konvergieren die beiden reflektierten Strahlen, wo-  
durch der Meßwert soweit verfälscht werden kann, daß er unbrauchbar ist.

35    Ein weiterer Fehlereinfluß geht von der Verkipfung zwischen der Meßeinrichtung  
und dem Meßobjekt aus. Gerade bei Messungen in der laufenden Produktion ist es  
nicht immer zu gewährleisten, daß das Meßobjekt exakt positioniert wird. Die Ober-  
flächennormale am Meßort kann deshalb in der Praxis um einen Verkipfungswinkel  
40    von der Meßrichtung der Meßvorrichtung abweichen.

Es wurde bereits eine Vorrichtung vorgeschlagen, die den Meßfehler infolge Keilig-  
keit der Wandung und Verkipfung des Meßobjektes kompensiert (DE 41 43 186).  
Diese Vorrichtung verwendet ebenfalls Laserstrahlen und ist damit auch nicht in der  
45    Lage, zuverlässig Reflexe an unebenen Oberflächen von Behälterglas zu liefern.  
Damit ist sie für die Dickenmessung an Behälterglas gleichfalls nicht geeignet.

Nachteilig an den bekannten Anordnungen ist ferner, daß bei stark keiligen oder ge-  
krümmten Oberflächen und gleichzeitig begrenzter Apertur des Empfangsobjektivs  
50    die Reflexe nicht auf den Sensor abgebildet werden können. Sie werden in eine  
Richtung zurückreflektiert, die außerhalb der Öffnung der Empfangsoptik liegt und  
stehen damit nicht zur Meßwertbildung zur Verfügung.

Es steht die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung  
55    bereitzustellen, mit dem auch an nicht ideal glatten Oberflächen des Meßobjekts zu-  
verlässig Reflexe und damit Meßwerte erhalten werden können, die zugleich nicht  
durch keilige Wandungen und Verkipfungen des Meßobjektes verfälscht sind und  
die auch bei stark gekrümmten, keiligen Wandungen trotz begrenzter Apertur der  
Empfangsoptiken auswertbare Reflexe auf den Sensoren liefert.

**-3-**

60 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Licht aus einer Leuchtfläche zunächst kollimiert und anschließend unter einem Einfallswinkel zur Oberflächennormal  $n$  auf die Oberfläche des Meßobjektes fokussiert wird. Die beiden Reflexe des Lichtes, die an der Vorder- und Rückseite auftreten, werden auf einem opto-elektronischen bildauflösenden Sensor abgebildet. Gleichzeitig wird das Licht  
65 aus einer zweiten Leuchtfläche ebenfalls zunächst kollimiert und anschließend unter einem Einfallswinkel auf die Oberfläche des Meßobjektes fokussiert, der dem Ausfallswinkel des reflektierten Strahles aus der ersten Leuchtfläche entspricht. Die Reflexe des zweiten Lichtstrahls werden auf einem zweiten opto-elektronischen bildauflösenden Sensor abgebildet. In einem nachgeschalteten Kontroller wird als Maß der  
70 Wanddicke der Mittelwert der Abstände der jeweiligen zwei Reflexe auf den beiden opto-elektronischen bildauflösenden Sensoren bestimmt.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, leuchtende Flächen auf die Meßobjektoberfläche abzubilden. Durch die Verwendung einer diffus leuchtenden Fläche anstelle  
75 eines scharf gebündelten Laserstrahls erfolgt die Beaufschlagung der Meßobjektoberfläche aus unterschiedlichen Einfallsrichtungen. Der Strahlengang aus einer Leuchtfläche, der auf die Behälteroberfläche fokussiert wird, enthält eine große Bandbreite von Lichtbündeln, die aus verschiedenen Einfallswinkeln auf die Behälteroberfläche fallen. Damit ist sichergestellt, daß Teile des Strahlengangs trotz der  
80 narbigen, unebenen Oberfläche des Meßobjektes immer in die Empfangsoptik zurückreflektiert werden, auch wenn andere Bündel aus dem Strahlengang infolge dieser Oberflächendefekte ausfallen. Damit werden stets zwei Reflexe auf dem opto-elektronischen bildauflösenden Sensor erzeugt.

85 Weiterhin werden durch ein zweites optisches System, das den identischen Aufbau des ersten Systems besitzt, aber mit umgekehrter Strahlrichtung arbeitet, die Meßfehler durch Keiligkeit und Verkippung kompensiert und durch die weit geöffneten Strahlenbündel die Abbildung der Reflexe auf den Sensoren auch bei stark gekrümmten Oberflächen und keiligen Wandungen trotz begrenzter Apertur der Empfangsoptik gesichert.  
90

-4-

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die zuverlässige Messung an rarbigen, unebenen Oberflächen ermöglicht wird, daß Meßfehler infolge Keiligkeit der Wandung und Verkipfung des Meßobjektes vermieden werden und mit begrenzten Aperturen der Empfangsoptiken gearbeitet werden kann und damit die Größe der Meßanordnung in einem vertretbaren Rahmen bleibt. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher erläutert.

Der Leuchtfläche 11, die beispielsweise durch eine linienförmige Lichtaustrittsöffnung eines Lichtleiters realisiert wird, ist das Objektiv 12 nachgeordnet. Dieses Objektiv erzeugt aus dem divergierenden Strahlengang, <sup>der</sup> das aus der Leuchtfläche 11 austritt, einen parallelen Strahlengang, der über den halbdurchlässigen Spiegel 13 in das Objektiv 14 gelenkt wird. Dieses Objektiv fokussiert den Strahlengang unter einem Einfallswinkel auf die Oberfläche des Behälters 1. Von dort werden zwei Reflexe von der Vorderseite und der Innenseite des Behälters zurückreflektiert. Diese beiden Reflexe werden durch das Objektiv 24 durch den halbdurchlässigen Spiegel 23 hindurch und weiter durch das Objektiv 25 auf dem Zeilensensor 26 abgebildet. Dem Zeilensensor 26 ist der Kontroller 3 nachgeschaltet, der den Abstand der Reflexe bestimmt und diesen der weiteren Berechnung der Wanddicke zugrundelegt.

Zugleich ist der Leuchtfläche 21, die ebenfalls durch eine linienförmige Lichtaustrittsöffnung eines Lichtleiters realisiert wird, das Objektiv 22 nachgeordnet. Auch dieses Objektiv erzeugt aus dem divergierenden Strahlengang, der aus dem Lichtleiter 21 austritt, einen parallelen Strahlengang, der über den halbdurchlässigen Spiegel 23 in das Objektiv 24 gelenkt wird, das ebenfalls den Strahlengang unter einem Einfallswinkel auf die Oberfläche des Behälters 1 fokussiert. Dieser Einfallswinkel entspricht dem Ausfallswinkel der Reflexe aus der ersten Leuchtfläche 11. Von der Oberfläche des Behälters 1 werden gleichfalls zwei Reflexe von der Vorderseite und der Innenseite des Behälters zurückreflektiert. Diese beiden Reflexe werden durch das Objektiv 14 durch den halbdurchlässigen Siegel 13 hindurch und weiter durch das Objektiv 15 auf dem Zeilensensor 16 abgebildet. Der Zeilensensor 16 ist ebenfalls mit dem Kontroller 3 verbunden, der den Abstand dieser beiden Reflexe ebenfalls bestimmt und diesen der weiteren Berechnung der Wanddicke zugrundelegt. Die Wandstärke wird schließlich durch eine Mittelung der Abstände der Reflexe auf den beiden Sensoren 16 und 26 ermittelt.

-5-

Die Strahlengänge aus d<sup>n</sup> Leuchtflächen 11 und 21 setzen sich aus Lichtbündeln zusammen, deren Ursprung jeweils auf unterschiedlichen Punkten d<sup>r</sup> Leuchtfläche liegt. Die verschiedenen Bündel des Strahlenganges besitzen deshalb unterschiedliche Neigungen gegenüber der Oberfläche des Meßobjektes. Folglich wird die na-  
130 ge, unebene Oberfläche des Meßobjektes nur die Bündel des Strahlenganges aus der idealen Reflektionsrichtung ablenken, die zufällig mit einer ungeeigneten Einfallrichtung auftreffen. Andere Bündel aus dem Strahlengang hingegen werden trotz der Oberflächendefekte in die Richtung der Empfangsoptik reflektiert und tragen dort zur Bildung der beiden Reflexe auf den Sensoren 16 und 26 bei. Würde man einen  
135 Laserstrahl zur Erzeugung der beiden Reflexe an Außen- und Innenseite verwenden, wie es dem Stand der Technik entspricht, so wird man meistens keine Reflexe auf dem optoelektronischen Empfänger erhalten, da der eng gebündelte Laserstrahl, der das Meßobjekt stets aus der gleichen Einfallrichtung trifft, an den Unebenheiten der Oberfläche in den überwiegenden Fällen stochastisch abgelenkt wird.

140 Dadurch, daß das Licht aus zwei Leuchtflächen aus entgegengesetzten Richtungen auf das Meßobjekt gerichtet wird, wobei die Ausfallrichtung des ersten Strahlenganges der Einfallrichtung des zweiten Strahlenganges entspricht, werden die Meßfehler infolge Keiligkeit und Verkippung kompensiert.

145 Der Aufbau der zum Messen verwendeten Strahlengänge aus einem breiten Spektrum unterschiedlich geneigter Bündel hat letztlich zur Folge, daß auch bei stark keiligen oder gekrümmten Oberflächen und gleichzeitig begrenzter Apertur des Empfangsobjektivs stets die beiden Reflexe auf dem Sensor<sup>ab</sup> gebildet werden können.

150 Zwar werden Bündel aus dem Strahlenganges so zurückreflektiert, daß sie die Empfangsoptik verfehlen, andere Bündel jedoch tragen zur Bilderzeugung auf dem Sensor bei, so daß auch mit begrenzten Aperturen der Empfangsoptik gearbeitet werden kann.



-6-

**Erfindungsanspruch**

1. Verfahren zum berührungslosen Messen der Wanddicke von transparenten Meß-  
objekten unter Verwendung von Lichtquellen, Linsen, Umlenkspiegeln oder -prismen,  
5 halbdurchlässigen Spiegeln sowie Zeilensensoren und einem Controller, gekenn-  
zeichnet dadurch, daß das Licht aus der Leuchtfläche (11) zunächst kollimiert und  
anschließend unter einem Einfallswinkel zur Oberflächennormalen auf die Oberflä-  
che des Meßobjektes (1) fokussiert wird, die beiden Reflexe des Lichtes, die an der  
Vorder- und Rückseite auftreten weiterhin auf den opto-elektronischen bildauflösen-  
10 den Sensor (26) abgebildet werden und gleichzeitig das Licht aus der zweiten  
Leuchtfläche (21) ebenfalls zunächst kollimiert und anschließend in der Richtung  
auf die Oberfläche des Meßobjektes (1) fokussiert wird, die der Ausfallsrichtung des  
Lichtes aus der Leuchtfläche (11) entspricht, und des weiterhin die Reflexe des  
zweiten Strahlenganges auf den zweiten opto-elektronischen bildauflösenden Sen-  
15 sor (16) abgebildet werden und in einem nachgeschalteten Controller (3) der Mit-  
telwert der Abstände der jeweiligen zwei Reflexe auf den beiden opto-elektronischen  
bildauflösenden Sensoren als Maß der Wanddicke ausgewertet wird.

2. Vorrichtung zum berührungslosen Messen der Wanddicke von transparenten  
20 Meßobjekten unter Verwendung von Lichtquellen, Linsen, halbdurchlässigen Spie-  
geln oder Prismen sowie bildauflösenden Sensoren und einem Controller, gekenn-  
zeichnet dadurch, daß der ersten Leuchtfläche (11) das Objektiv (12) nachgeord-  
net ist, hinter dem der halbdurchlässige Spiegel (13) in der Weise angeordnet ist,  
daß das Licht in das Objektiv (14) reflektiert und weiter auf das Meßobjekt (1) fo-  
25 kussiert wird und weiterhin das Objektiv (24) so angeordnet ist, daß es zusammen  
mit dem Objektiv (25) die am Meßobjekt reflektierten Strahlen durch den halbdurch-  
lässigen Spiegel (23) hindurch auf den Sensor (26) abbildet und gleichzeitig der  
zweiten Leuchtfläche (21) das Objektiv (22) zugeordnet ist, dem gleichfalls der  
halbdurchlässige Spiegel (23) in der Weise nachgeordnet ist, daß das Licht aus der  
30 zweiten Leuchtfläche durch das Objektiv (24) ebenfalls auf das Meßobjekt (1) fo-  
kussiert wird, wobei die Einfallsrichtung der Ausfallsrichtung des Lichtes aus der er-  
sten Leuchtfläche entspricht und die Reflexe durch das Objektiv (14) auf den Sen-  
sor (16) abgebildet werden, wobei den beiden Sensoren der Controller (3) nach-  
geschaltet ist.

-7-

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leuchtflächen (11) und (21) Lichtaustrittsöffnungen von Lichtleitern sind.

40 4. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Lichtaustrittsöffnung der Lichtleiter linienförmig gestaltet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Leuchtflächen (11) und (21) Laser mit Strahlaufweitungsoptik sind.

45 6. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Leuchtflächen (11) und (21) Lichtquellen mit vorgesetzten Spaltblenden sind.

-8-

**Zusammensetzung der verwendeten Bezugszeichen**

1	Meßobjekt
11	Leuchtfäche
12	Objektiv
13	halbdurchlässiger Spiegel
14	Objektiv
15	Objektiv
16	Sensor
21	Leuchtfäche
22	Objektiv
23	halbdurchlässiger Spiegel
24	Objektiv
25	Objektiv
26	Sensor
3	Kontroller

*Prior. anmeldg. 198 18 190.6*

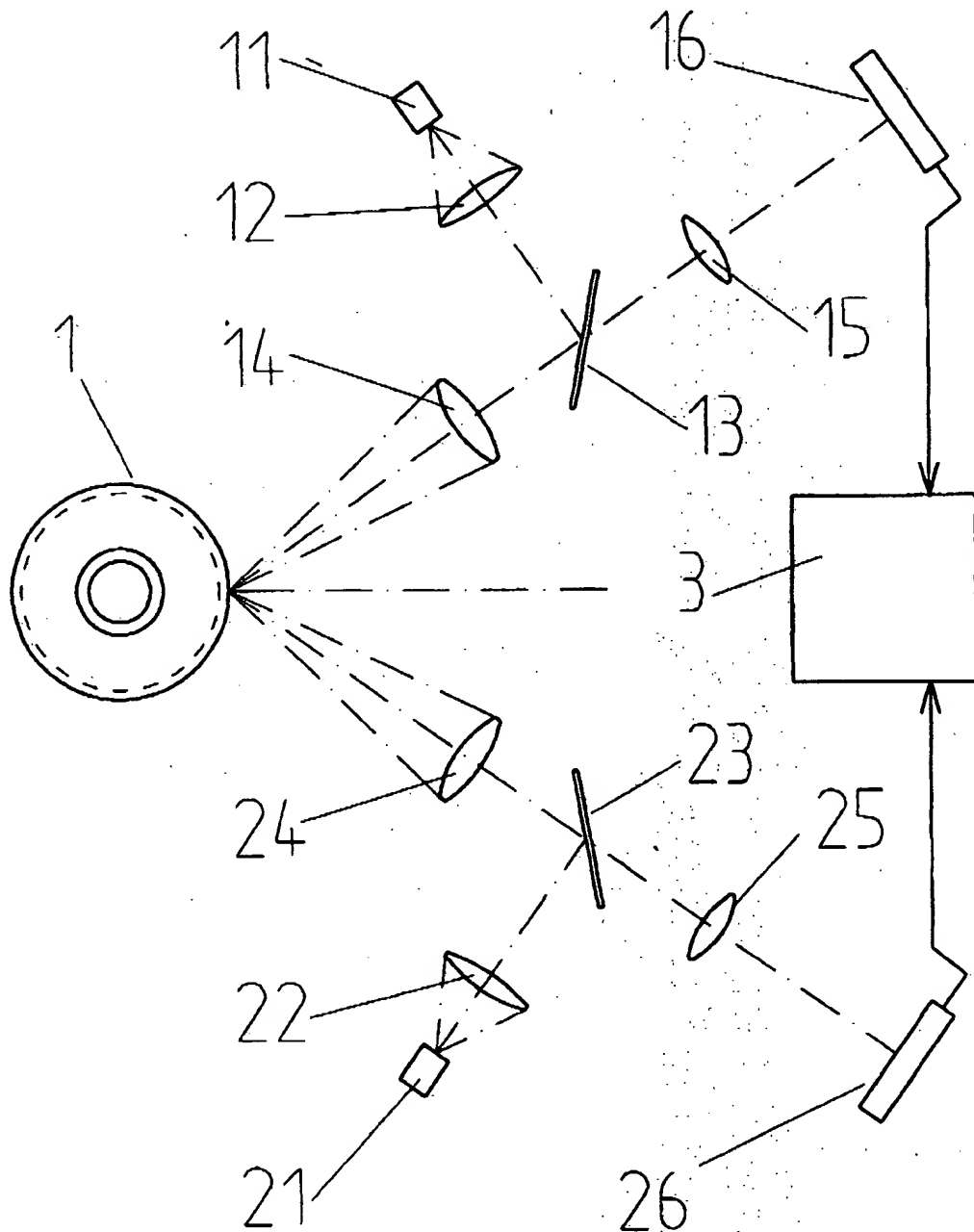
### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die berührungslose Messung der Dicke von transparenten Materialien und die Vorrichtung zu dessen Durchführung.

Es steht die Aufgabe, auch an nicht ideal glatten Meßobjekten zuverlässig Reflexe und damit Meßwerte bereitzustellen, die zugleich nicht durch keilige Wandungen und Verkippungen des Meßobjektes verfälscht sind und die auch bei stark gekrümmten, keiligen Wandungen trotz begrenzter Apertur der Empfangsoptiken auswertbare Reflexe auf den Sensoren liefern.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Licht aus den Leuchtflächen 11 und 21 jeweils zunächst kollimiert und anschließend unter einem Einfallswinkel zur Oberflächennormalen auf die Oberfläche des Meßobjektes 1 fokussiert wird und die beiden Reflexe des Lichtes, die an der Vorder- und Rückseite auftreten, weiterhin jeweils auf den opto-elektronischen bildauflösenden Sensor 26 und 16 abgebildet werden, wobei die den Leuchtflächen 11 und 21 zugeordneten Abbildungssysteme identischen Aufbau zeigen, aber das Meßobjekt 1 mit gegenläufigen Strahlengängen beaufschlagen.

09/673986



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>1123-PCT</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 99/ 00834</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>23/03/1999</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>23/04/1998</b>
Anmelder  <b>VMA GESELLSCHAFT FÜR VISUELLE MESSTECHNIK UND AUTO</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**BERÜHRUNGSLOSE MESSUNG DER WANDDICKE**

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

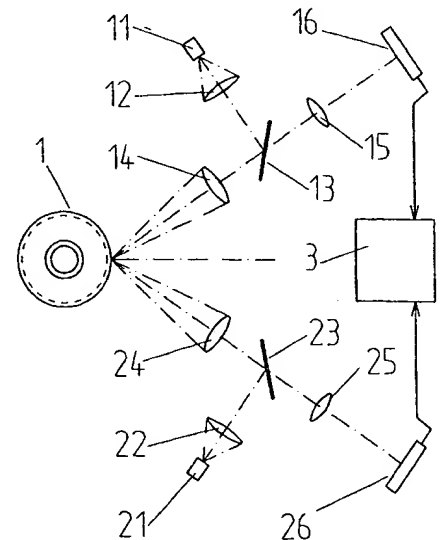
☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> : <b>G01B 11/06</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/56076</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. November 1999 (04.11.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/00834</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 23. März 1999 (23.03.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 18 190.6      23. April 1998 (23.04.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): VMA GESELLSCHAFT FÜR VISUELLE MESSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG MBH [DE/DE]; Gewerbegebiet, D-98704 Wümbach (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KIESSLING, Bernd [DE/DE]; Gehrener Strasse 16, D-98704 Langewiesen (DE). HERMANN, Peter [DE/DE]; Baumallee 23, D-99326 Stadtilm (DE). TUCH, Carsten [DE/DE]; Geschwister-Scholl-Strasse 37a, D-98701 Herschdorf (DE).</p> <p>(74) Anwälte: LIEDTKE, Klaus usw.; Postfach 100 956, D-99019 Erfurt (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.                  Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	
<p>(54) Title: CONTACTLESS MEASUREMENT OF WALL THICKNESS</p> <p>(54) Bezeichnung: BERÜHRUNGSLOSE MESSUNG DER WANDDICKE</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a method and a device for contactless measurement of the thickness of transparent materials. The invention aims at reliably providing reflections and thereby measuring values even in the case of not ideally flat measuring objects which are not distorted by wedged walls and tiltings of the measuring objects and which supply plottable reflections to the sensors even in the case of sharply wedged or curved walls despite a limited aperture of the receiving optics. This is achieved in that the light from the luminous areas (11 and 21) is initially collimated and subsequently focused at an incident angle to the surface normal on the surface of the measuring object (1) and both light reflections entering at a front and rear side are further projected to an optoelectronic image resolution sensor (26 and 16), whereby the imaging systems associated with the luminous areas (11 and 21) have an identical structure yet impinge upon the measuring object (1) with opposite optical paths.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur berührungslosen Messung der Dicke von transparenten Materialien. Es steht die Aufgabe, auch an nicht ideal glatten Meßobjekten zuverlässig Reflexe und damit Meßwerte bereitzustellen, die zugleich nicht durch keilige Wandungen und Verkipnungen des Meßobjektes verfälscht sind und die auch bei stark gekrümmten, keiligen Wandungen trotz begrenzter Apertur der Empfangsoptiken auswertbare Reflexe auf den Sensoren liefern. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Licht aus den Leuchtflächen (11 und 21) jeweils zunächst kollimiert und anschließend unter einem Einfallswinkel zur Oberflächennormalen auf die Oberfläche des Meßobjektes (1) fokussiert wird und die beiden Reflexe des Lichtes, die an der Vorder- und Rückseite auftreten, weiterhin jeweils auf den opto-elektronischen bildauflösenden Sensor (26 und 16) abgebildet werden, wobei die den Leuchtflächen (11 und 21) zugeordneten Abbildungssysteme identischen Aufbau zeigen, aber das Meßobjekt (1) mit gegenläufigen Strahlengängen beaufschlagen.</p>		



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						



## BERÜHRUNGSLOSE MESSUNG DER WANDDICKE

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung für die berührungslose Messung der Dicke von transparenten Materialien. Sie ist besonders für die Wanddickenmessung von Behälterglas geeignet.

10

Es sind bereits Verfahren und Vorrichtungen für die automatische berührungslose Wanddickenmessung bekannt. (DD 261 832, EP 584 673, US 4 902 903, US 3 807 870). Diese Vorrichtungen verwenden einen Laserstrahl, der unter einem gewissen Einfallswinkel auf das Meßobjekt gerichtet wird.

15

Der Laserstrahl wird auf der Vorderseite des Meßobjekts teilweise reflektiert. Ein weiterer Teil des Strahls wird in das Material hineingebrochen, an der Rückseite reflektiert und an der Vorderseite nochmals gebrochen, so daß zwei Laserstrahlen von dem Meßobjekt zurückreflektiert werden. Der Abstand der beiden zurückreflektierten Laserstrahlen ist ein Maß für die Wanddicke und wird entsprechend ausgewertet. In Strahlrichtung der Reflexe ist als Auswerteeinrichtung meist ein Zeilensensor angeordnet.

20

25

Nachteilig an diesen Vorrichtungen ist, daß sie für die Messung an Behälterglas nicht verwendet werden können. Die Oberfläche von Behälterglas ist, gemessen an den Dimensionen des Laserstrahls nicht glatt. Der scharf gebündelte, parallele Laserstrahl wird an der, verglichen mit den Abmessungen des Laserstrahls verhältnismäßig unebenen, narbigen Oberfläche der Behälterstochastisch abgelenkt. Die Reflexe des Laserstrahls, die an sich für die Bestimmung der Wanddicke verwendet werden sollen, werden damit häufig nicht in die Richtung der Empfangsoptik zurückreflektiert. Damit stehen meist keine Reflexe für die Meßwertbildung in den Kontrollern zur Verfügung. Nachteilig an diesen bekannten Vorrichtungen ist weiterhin, daß der

30

Wanddickenmeßwert stark durch die Nichtparallelität der Wandung des Meßobjektes beeinflusst wird. Die beiden reflektierten Laserstrahlen verlaufen nur dann parallel, wenn die reflektierenden Oberflächen des Meßobjekts parallel sind. Schließen diese einen Keilwinkel ein, divergieren oder konvergieren die beiden reflektierten Strahlen, wodurch der Meßwert soweit

5 verfälscht werden kann, daß er unbrauchbar ist.

Ein weiterer Fehlereinfluß geht von der Verkipfung zwischen der Meßeinrichtung und dem Meßobjekt aus. Gerade bei Messungen in der laufenden

10 Produktion ist es nicht immer zu gewährleisten, daß das Meßobjekt exakt positioniert wird. Die Oberflächennormale am Meßort kann deshalb in der Praxis um einen Verkipfungswinkel von der Meßrichtung der Meßvorrichtung abweichen.

Es wurde bereits eine Vorrichtung vorgeschlagen, die den Meßfehler infolge Keiligkeit der Wandung und Verkipfung des Meßobjektes kompensiert (DE 41 43 186). Diese Vorrichtung verwendet ebenfalls Laserstrahlen und ist damit auch nicht in der Lage, zuverlässig Reflexe an unebenen Oberflächen von Behälterglas zu liefern. Damit ist sie für die Dickenmessung an Behälter-

15 20 glas gleichfalls nicht geeignet.

Nachteilig an den bekannten Anordnungen ist ferner, daß bei stark keiligen oder gekrümmten Oberflächen und gleichzeitig begrenzter Apertur des Empfangs-objektivs die Reflexe nicht auf den Sensor abgebildet werden können. Sie werden in eine Richtung zurückreflektiert, die außerhalb der

25 Öffnung der Empfangsoptik liegt und stehen damit nicht zur Meßwertbildung zur Verfügung.

Es steht die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung bereitzustellen, mit dem auch an nicht ideal glatten Oberflächen des Meßobjekts zuverlässig Reflexe und damit Meßwerte erhalten werden können, die zugleich nicht durch keilige Wandungen und Verkipfungen des Meßobjektes verfälscht sind und die auch bei stark gekrümmten, keiligen

30

Wandungen trotz begrenzter Apertur der Empfangsoptiken auswertbare Reflexe auf den Sensoren liefern.

5 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Licht aus einer Leuchtfläche zunächst kollimiert und anschließend unter einem Einfallswinkel zur Oberflächennormalen auf die Oberfläche des Meßobjektes fokussiert wird. Die beiden Reflexe des Lichtes, die an der Vorder- und Rückseite auftreten, werden auf einem opto-elektronischen bildauflösenden Sensor abgebildet. Gleichzeitig wird das Licht aus einer zweiten Leuchtfläche  
10 ebenfalls zunächst kollimiert und anschließend unter einem Einfallswinkel auf die Oberfläche des Meßobjektes fokussiert, der dem Ausfallswinkel des reflektierten Strahles aus der ersten Leuchtfläche entspricht. Die Reflexe des zweiten Lichtstrahls werden auf einem zweiten opto-elektronischen bildauflösenden Sensor abgebildet. In einem nachgeschalteten Kontroller wird als  
15 Maß der Wanddicke der Mittelwert der Abstände der jeweiligen zwei Reflexe auf den beiden opto-elektronischen bildauflösenden Sensoren bestimmt.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, leuchtende Flächen auf die Meßobjektoberfläche abzubilden. Durch die Verwendung einer diffus leuchtenden  
20 Fläche anstelle eines scharf gebündelten Laserstrahls erfolgt die Beaufschlagung der Meßobjektoberfläche aus unterschiedlichen Einfallrichtungen. Der Strahlengang aus einer Leuchtfläche, der auf die Behälteroberfläche fokussiert wird, enthält eine große Bandbreite von Lichtbündeln, die aus verschiedenen Einfallswinkeln auf die Behälteroberfläche fallen. Damit ist  
25 sichergestellt, daß Teile des Strahlengangs trotz der narbigen, unebenen Oberfläche des Meßobjektes immer in die Empfangsoptik zurückreflektiert werden, auch wenn andere Bündel aus dem Strahlengang infolge dieser Oberflächendefekte ausfallen. Damit werden stets zwei Reflexe auf dem opto-elektronischen bildauflösenden Sensor erzeugt.

30 Weiterhin werden durch ein zweites optisches System, das den identischen Aufbau des ersten Systems besitzt, aber mit umgekehrter Strahlrichtung arbeitet, die Meßfehler durch Keiligkeit und Verkipfung kompensiert und

durch die weit geöffneten Strahlenbündel die Abbildung der Reflexe auf den Sensoren auch bei stark gekrümmten Oberflächen und keiligen Wandungen trotz begrenzter Apertur der Empfangsoptik gesichert.

5 Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die zuverlässige Messung an  
narbigen, unebenen Oberflächen ermöglicht wird, daß Meßfehler infolge  
Keiligkeit der Wandung und Verkippung des Meßobjektes vermieden  
werden und mit begrenzten Aperturen der Empfangsoptiken gearbeitet  
10 werden kann und damit die Größe der Meßanordnung in einem vertretbaren  
Rahmen bleibt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung in Figur 1 dargestellt und wird im folgenden näher erläutert:

15 Der Leuchtfläche 11, die beispielsweise durch eine linienförmige Licht-  
austrittsöffnung eines Lichtleiters realisiert wird, ist das Objektiv 12 nachge-  
ordnet. Dieses Objektiv erzeugt aus dem divergierenden Strahlengang, der  
aus der Leuchtfläche 11 austritt, einen parallelen Strahlengang, der über den  
halbdurchlässigen Spiegel 13 in das Objektiv 14 gelenkt wird. Dieses Objek-  
20 tiv fokussiert den Strahlengang unter einem Einfallswinkel auf die Oberfläche  
des Behälters 1. Von dort werden zwei Reflexe von der Vorderseite und der  
Innenseite des Behälters zurückreflektiert. Diese beiden Reflexe werden  
durch das Objektiv 24 durch den halbdurchlässigen Spiegel 23 hindurch und  
weiter durch das Objektiv 25 auf den Zeilensensor 26 abgebildet. Dem  
25 Zeilensensor 26 ist der Kontroller 3 nachgeschaltet, der den Abstand der  
Reflexe bestimmt und diesen der weiteren Berechnung der Wanddicke  
zugrundelegt.

30 Zugleich ist der Leuchtfläche 21, die ebenfalls durch eine linienförmige  
Lichtaustrittsöffnung eines Lichtleiters realisiert wird, das Objektiv 22  
nachgeordnet. Auch dieses Objektiv erzeugt aus dem divergierenden Strah-  
lengang, der aus dem Lichtleiter 21 austritt, einen parallelen Strahlengang,  
der über den halbdurchlässigen Spiegel 23 in das Objektiv 24 gelenkt wird,

das ebenfalls den Strahlengang unter einem Einfallswinkel auf die Oberfläche des Behälters 1 fokussiert. Dieser Einfallswinkel entspricht dem Ausfallswinkel der Reflexe aus der ersten Leuchtfläche 11. Von der Oberfläche des Behälters 1 werden gleichfalls zwei Reflexe von der Vorderseite und der Innenseite des Behälters zurückreflektiert. Diese beiden Reflexe werden durch das Objektiv 14 durch den halbdurchlässigen Siegel 13 hindurch und weiter durch das Objektiv 15 auf den Zeilensensor 16 abgebildet. Der Zeilensensor 16 ist ebenfalls mit dem Kontroller 3 verbunden, der den Abstand dieser beiden Reflexe ebenfalls bestimmt und diesen der weiteren Berechnung der Wanddicke zugrundelegt.

Die Wanddicke wird schließlich durch eine Mittelung der Abstände der Reflexe auf den beiden Sensoren 16 und 26 ermittelt.

Die Strahlengänge aus den Leuchtflächen 11 und 21 setzen sich aus Lichtbündeln zusammen, deren Ursprung jeweils auf unterschiedlichen Punkten der Leuchtfläche liegt. Die verschiedenen Bündel des Strahlenganges besitzen deshalb unterschiedliche Neigungen gegenüber der Oberfläche des Meßobjektes. Folglich wird die narbige, unebene Oberfläche des Meßobjektes nur die Bündel des Strahlenganges aus der idealen Reflektionsrichtung ablenken, die zufällig mit einer ungeeigneten Einfallsrichtung auftreten. Andere Bündel aus dem Strahlengang hingegen werden trotz der Oberflächendefekte in die Richtung der Empfangsoptik reflektiert und tragen dort zur Bildung der beiden Reflexe auf den Sensoren 16 und 26 bei. Würde man einen Laserstrahl zur Erzeugung der beiden Reflexe an Außen- und Innenseite verwenden, wie es dem Stand der Technik entspricht, so wird man meistens keine Reflexe auf dem optoelektronischen Empfänger erhalten, da der eng gebündelte Laserstrahl, der das Meßobjekt stets aus der gleichen Einfallsrichtung trifft, an den Unebenheiten der Oberfläche in den überwiegenden Fällen stochastisch abgelenkt wird.

Dadurch, daß das Licht aus zwei Leuchtflächen aus entgegengesetzten Richtungen auf das Meßobjekt gerichtet wird, wobei die Ausfallsrichtung des ersten Strahlenganges der Einfallsrichtung des zweiten Strahlenganges

entspricht, werden die Meßfehler infolge Keiligkeit und Verkipfung kompensiert.

5 Der Aufbau der zum Messen verwendeten Strahlengänge aus einem breiten Spektrum unterschiedlich geneigter Bündel hat letztlich zur Folge, daß auch bei stark keiligen oder gekrümmten Oberflächen und gleichzeitig begrenzter Apertur des Empfangsobjektivs stets die beiden Reflexe auf dem Sensor abgebildet werden können. Zwar werden Bündel aus dem Strahlenganges so zurückreflektiert, daß sie die Empfangsoptik verfehlen, andere Bündel jedoch  
10 tragen zur Bilderzeugung auf dem Sensor bei, so daß auch mit begrenzten Aperturen der Empfangsoptik gearbeitet werden kann.

15

20

25

30

5 **Zusammenstellung der verwendeten Bezugszeichen**

	1	Meßobjekt
	11	Leuchtfäche
10	12	Objektiv
	13	halbdurchlässiger Spiegel
	14	Objektiv
	15	Objektiv
	16	Sensor
15	21	Leuchtfäche
	22	Objektiv
	23	halbdurchlässiger Spiegel
	24	Objektiv
	25	Objektiv
20	26	Sensor
	3	Kontroller

25

30

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Verfahren zum berührungslosen Messen der Wanddicke von transparenten Meßobjekten unter Verwendung von Lichtquellen, Linsen, Umlenkspiegeln oder -prismen, halbdurchlässigen Spiegeln sowie Zeilensensoren und einem Kontroller, gekennzeichnet dadurch,
- 10 - daß das Licht aus einer ersten Leuchtfläche (11) zunächst kollimiert und anschließend unter einem Einfallswinkel zur Oberflächennormalen auf die Oberfläche des Meßobjektes (1) fokussiert wird,
- 15 - daß die beiden Reflexe des Lichtes, die an der Vorder- und Rückseite des Meßobjektes (1) auftreten, auf dem opto-elektronischen bildauflösenden Sensor (26) abgebildet werden,
- 20 - daß gleichzeitig das Licht aus der zweiten Leuchtfläche (21) ebenfalls zunächst kollimiert und anschließend in die Richtung auf die Oberfläche des Meßobjektes (1) fokussiert wird, die der Ausfallsrichtung des Lichtes aus der ersten Leuchtfläche (11) entspricht,
- 25 - daß weiterhin die Reflexe des zweiten Strahlenganges auf dem zweiten opto-elektronischen bildauflösenden Sensor (16) abgebildet werden und
- 30 - daß in einem nachgeschalteten Kontroller (3) der Mittelwert der Abstände der jeweiligen zwei Reflexe auf den beiden opto-elektronischen bildauflösenden Sensoren als Maß der Wanddicke des Meßobjektes (1) ausgewertet wird.
2. Vorrichtung zum berührungslosen Messen der Wanddicke von transparenten Meßobjekten unter Verwendung von Lichtquellen, Linsen, halbdurchlässigen Spiegeln oder Prismen sowie bildauflösenden Sensoren und einem Kontroller, gekennzeichnet dadurch,



- daß der ersten Leuchtfläche (11) das Objektiv (12) nachgeordnet ist, hinter dem der halbdurchlässige Spiegel (13) in der Weise angeordnet ist, daß das Licht in das Objektiv (14) reflektiert und weiter auf das Meßobjekt (1) fokussiert wird,

5

- daß das Objektiv (24) so angeordnet ist, daß es zusammen mit dem Objektiv (25) die am Meßobjekt (1) reflektierten Strahlen durch den halbdurchlässigen Spiegel (23) hindurch auf dem Sensor (26) abbildet,

10

- daß gleichzeitig der zweiten Leuchtfläche (21) das Objektiv (22) zugeordnet ist, dem gleichfalls der halbdurchlässige Spiegel (23) in der Weise nachgeordnet ist, daß das Licht aus der zweiten Leuchtfläche (21) durch das Objektiv (24) ebenfalls auf das Meßobjekt (1) fokussiert wird, wobei die Einfallrichtung der Ausfallrichtung des Lichtes aus der ersten Leuchtfläche (11) entspricht und die Reflexe durch das Objektiv (14) auf dem Sensor (16) abgebildet werden, und

15

- daß den beiden Sensoren (16; 26) der Kontroller (3) nachgeschaltet ist.

20

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Leuchtflächen (11) und (21) Lichtaustrittsöffnungen von Lichtleitern darstellen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Lichtaustrittsöffnungen der Lichtleiter linienförmig gestaltet sind.

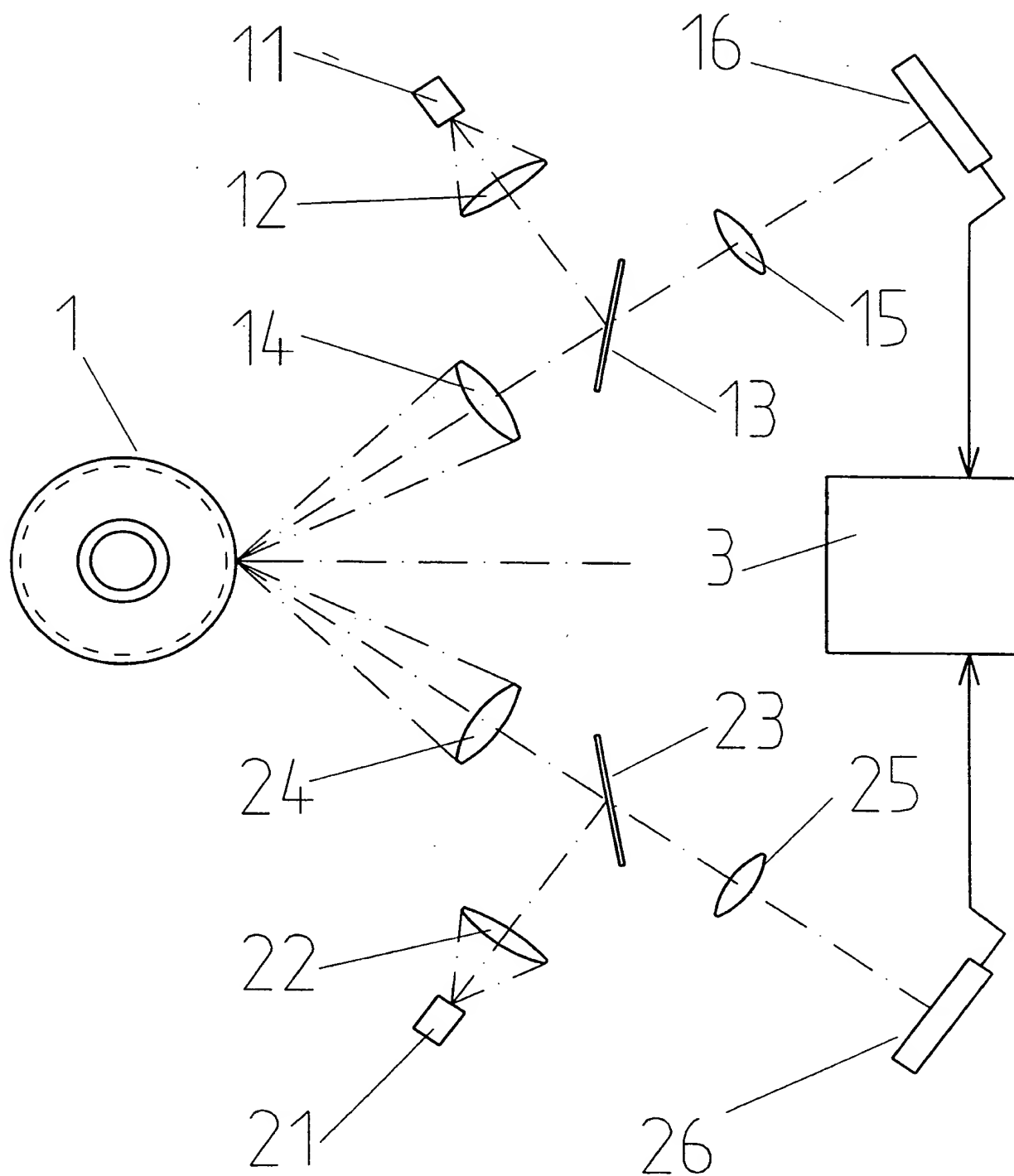
25

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Leuchtflächen (11) und (21) als Laser mit Strahlaufweitungsoptik gestaltet sind.

30

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Leuchtflächen (11) und (21) als Lichtquellen mit vorgesetzten Spaltblenden ausgeführt sind.

Fig. 1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 99/00834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G01B11/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01B G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 41 43 186 A (VMA GES FUER VISUELLE MESSTECH) 1 July 1993 (1993-07-01) cited in the application the whole document ---	1,2
X	US 5 636 027 A (SPENGLER STEFAN ET AL) 3 June 1997 (1997-06-03) column 3, line 36 - column 4, line 5; figure 1 ---	1,2
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 096 (P-193), 22 April 1983 (1983-04-22) & JP 58 022902 A (ASAHI GLASS KK), 10 February 1983 (1983-02-10) abstract --- -/--	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 September 1999

Date of mailing of the international search report

15/09/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Arca, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/00834

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 37 24 932 A (TECHNISCHES GLAS VEB K) 17 March 1988 (1988-03-17) the whole document ---	1,5
A	EP 0 584 673 A (OWENS BROCKWAY GLASS CONTAINER) 2 March 1994 (1994-03-02) cited in the application -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/00834

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4143186 A	01-07-1993	NONE	
US 5636027 A	03-06-1997	DE 4434822 C CN 1132348 A EP 0704670 A JP 8114421 A	11-01-1996 02-10-1996 03-04-1996 07-05-1996
JP 58022902 A	10-02-1983	NONE	
DE 3724932 A	17-03-1988	DD 265055 A	22-02-1989
EP 0584673 A	02-03-1994	US 5291271 A AT 155877 T AU 663397 B AU 4464793 A BR 9303415 A CA 2103828 A DE 69312403 D DE 69312403 T DK 584673 T ES 2104009 T GR 3025012 T JP 2111309 C JP 6160031 A JP 8007046 B MX 9304978 A	01-03-1994 15-08-1997 05-10-1995 24-02-1994 15-03-1994 20-02-1994 04-09-1997 29-01-1998 02-02-1998 01-10-1997 30-01-1998 21-11-1996 07-06-1994 29-01-1996 31-05-1994

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G01B11/06

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01B G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 41 43 186 A (VMA GES FUER VISUELLE MESSTECH) 1. Juli 1993 (1993-07-01) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1,2
X	US 5 636 027 A (SPENGLER STEFAN ET AL) 3. Juni 1997 (1997-06-03) Spalte 3, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 5; Abbildung 1 ---	1,2
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 096 (P-193), 22. April 1983 (1983-04-22) & JP 58 022902 A (ASAHI GLASS KK), 10. Februar 1983 (1983-02-10) Zusammenfassung --- -/--	1,2

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. September 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/09/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Arca, G

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 37 24 932 A (TECHNISCHES GLAS VEB K) 17. März 1988 (1988-03-17) das ganze Dokument ---	1,5
A	EP 0 584 673 A (OWENS BROCKWAY GLASS CONTAINER) 2. März 1994 (1994-03-02) in der Anmeldung erwähnt -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung in die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/00834

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4143186	A	01-07-1993	KEINE		
US 5636027	A	03-06-1997	DE 4434822	C	11-01-1996
			CN 1132348	A	02-10-1996
			EP 0704670	A	03-04-1996
			JP 8114421	A	07-05-1996
JP 58022902	A	10-02-1983	KEINE		
DE 3724932	A	17-03-1988	DD 265055	A	22-02-1989
EP 0584673	A	02-03-1994	US 5291271	A	01-03-1994
			AT 155877	T	15-08-1997
			AU 663397	B	05-10-1995
			AU 4464793	A	24-02-1994
			BR 9303415	A	15-03-1994
			CA 2103828	A	20-02-1994
			DE 69312403	D	04-09-1997
			DE 69312403	T	29-01-1998
			DK 584673	T	02-02-1998
			ES 2104009	T	01-10-1997
			GR 3025012	T	30-01-1998
			JP 2111309	C	21-11-1996
			JP 6160031	A	07-06-1994
			JP 8007046	B	29-01-1996
			MX 9304978	A	31-05-1994